

## PEMANFAATAN LIMBAH *CRUSHING PLANT* UNTUK PEMBUATAN *PIG IRON* MENGGUNAKAN *HOT BLAST CUPOLA* YANG DIINJEKSIKAN SERBUK ARANG KAYU

### UTILIZATION OF IRON ORE FROM *CRUSHING PLANT* WASTE FOR *PIG IRON* MAKING

Kusno Isnugroho, David C Birawidha  
Unit Pelaksana Teknis. Balai Pengolahan Mineral Lampung  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Ir.Sutami Km 15, Tanjung Bintang, Lampung Selatan, 35364 Lampung, Indonesia  
Telp. (0721)350054, Fax. (0721)350056  
Email : kusn005@lipi.go.id ; davi001@lipi.go.id

#### ABSTRAK

Dalam proses pengolahan bijih besi sebagai bahan baku industri peleburan logam, sering menyisakan masalah seperti limbah dari proses pengolahan. Salah satunya adalah limbah *crushing plant* yang berbentuk serbuk bijih besi. Serbuk bijih besi sulit untuk diolah menjadi ingot kecuali diolah terlebih dahulu. Dalam penelitian ini dilakukan usaha pemanfaatan limbah *crushing plant* bijih besi untuk pembuatan besi wantah (*pig iron*). Proses pembuatannya menggunakan *hot blast cupola (HBC) furnace* yang diinjeksikan serbuk arang kayu guna meningkatkan temperatur proses dan zona reduksi di dalam furnace. Proses diawali dengan proses pencucian dan pemisahan magnetik bahan baku dalam upaya peningkatan kadar besi limbah *crushing plant*. Proses selanjutnya dilakukan pembuatan pellet komposit dengan ukuran partikel bahan baku -80 + 100 mesh dan komposisi bijih besi 80%, arang kayu 15%, bentonite 5%. Pellet yang dihasilkan berukuran 2,5–4 mm. Dilanjutkan dengan percobaan mereduksi pellet komposit di dalam tungku HBC. Dari hasil percobaan didapatkan *pig iron* dengan komposisi sebagai berikut : 93,62%Fe; 3,5%C; 1,55%Si; 0,87%Mn; 0,05%P; 0,087%S.

**Kata Kunci:** besi wantah, pellet, injeksi, arang kayu, *hot blast cupola*

#### ABSTRACT

*In the iron ore processing to become raw material in metal smelting, industrial waste is always become a problem. One of them is crushing plant waste which is shape a iron ore powder. Iron ore powder is difficult to be processed to become ingot, except it need to be treated first. In this research, it carried utilization of iron ore from crushing plant waste for pig iron making. Hot blast Cupola is being used in the process with charcoal powder injection to increase the temperature and reduction zone in the furnace. First, raw material like iron ore powder from crushing plant waste need to be washed and using magnetic separator it can improved the Fe content in iron ore powder. Afterwards composite pellet is performed using iron ore powder with particle size is 80 + 100 mesh, with the composition of pellet consist of 80% iron ore powder, 15% charcoal and 5% bentonite. The size of pellet is around 2,5 – 4 mm. Then reduction process is been doing in Hot Blast Cupola (HBC) with composite pellet as raw material. From the experiment obtained a pig iron with composition 93,62%Fe; 3,5%C; 1,55%Si; 0,87%Mn; 0,05%P; 0,087%S.*

**Keywords:** *pig iron, pellet, injection, charcoal, hot blast cupola*

#### PENDAHULUAN

*Crushing plant* merupakan salah satu unit proses yang sangat penting pada industri pertambangan. Rangkaian proses pengolahan mineral tambang diawali dari unit *crushing plant*, yaitu proses pengurangan ukuran mineral (*size reduction*) dari ukuran yang lebih besar menjadi ukuran yang diinginkan untuk dapat digunakan pada proses selanjutnya. Pada industri pertambangan bijih besi, dihasilkan limbah berupa bijih besi halus sebanyak 30% berat total umpan di unit *crushing*

*plant*. Disebut limbah karena material tersebut tidak dapat digunakan langsung untuk proses peleburan menjadi logam. Dengan kadar besi yang rendah ( $Fe < 56\%$ ) diperlukan proses peningkatan kadar Fe sehingga bijih besi tersebut dapat digunakan sebagai material umpan pada proses peleburan menjadi besi wantah (*pig iron*). *Pig iron* merupakan bentuk padat dari hot metal yang diperoleh dari bijih besi atau daur ulang scrap, diproses dengan menggunakan tanur tiup (*blast furnace*) atau

tungku busur listrik (*electric arc furnace*). *Pig iron* digunakan sebagai bahan baku pembuatan besi baja dan industri pengecoran logam (*iron foundry*). Selama ini ketersediaan *pig iron* (dari bijih besi) diperoleh melalui impor. Sementara ketersediaan *pig iron* (dari *scrap*) mengalami keterbatasan bahan baku *scrap*, sehingga produsen besi baja dan industri pengecoran logam tidak mampu memproduksi secara maksimal. Pengadaan *scrap* impor sering kali mengalami permasalahan dikarenakan tidak semua *scrap* telah dipisahkan dari barang-barang yang tergolong limbah B3. Setiap tahunnya kebutuhan besi baja dalam negeri terus mengalami kenaikan, diprediksi pada tahun 2020, konsumsi baja Indonesia mencapai 20 juta ton (Zulfiadi Zulhan, 2012). Kenaikan ini akan memicu naiknya permintaan akan *pig iron*. Menurut Yos Rizal Anwar (2014), tahun 2015 kebutuhan *casting* komponen otomotif berbahan besi diperkirakan sebesar 364.000 ton, itu pun baru separuhnya yang bisa dipenuhi dari dalam negeri. Selain permintaan untuk komponen otomotif, bisnis *iron foundry* juga mengandalkan pesanan dari alat berat, elektronik, dan permesinan. Komponen permesinan digunakan untuk sektor migas, petrokimia, semen, serta *pulp* dan kertas. (Bisnis.com, 2015).

Proses peleburan bijih besi halus dari tambang di dalam *cupola furnace* dapat disejajarkan dengan proses yang terjadi di *blast furnace* dengan sedikit perbedaan dari segi kinetika reaksi. Di dalam *blast furnace*, bijih besi atau besi oksida direduksi oleh karbon dioksida (CO) yang terbentuk sebagai hasil perubahan karbon dalam lingkungan reduksi (Adil Jamali, 2006). Modifikasi *cupola furnace* telah dilakukan dengan penambahan udara panas (500-700°C) yang berasal dari proses pembakaran, yang dinamakan *hot blast cupola*. Dengan adanya penambahan udara panas, konsumsi kokas akan berkurang, dan mampu meningkatkan zona reduksi (Luis et al, 2001).

Penggunaan arang kayu pada *cupola furnace* direkomendasikan untuk kapasitas *cupola* 3 ton per hari, dengan ukuran *cupola* yang lebih besar penggunaan arang kayu tidak efisien. Arang kayu akan mudah

hancur tertimpa bahan baku lainnya dikarenakan rendahnya ketangguhan dan kekerasan arang kayu. Penggunaan arang kayu lebih reaktif daripada kokas, hasil pembakarannya menghasilkan jumlah gas karbon monoksida yang besar dimana mengandung energi termal sebagai panas laten. Sebagai hasilnya temperatur pada saat pembakaran mudah menurun (Navvaro et al, 1988). Penelitian tentang peleburan bijih besi telah banyak dilakukan, akan tetapi proses injeksi serbuk arang kayu kedalam *cupola furnace* masih jarang dilakukan. Melalui penelitian ini akan dilakukan proses pembuatan *pig iron* menggunakan *hot blast cupola* yang diinjeksikan serbuk arang kayu dalam upaya meningkatkan zona reduksi di dalam *cupola furnace*.

## METODOLOGI PENELITIAN

### a. Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan adalah limbah bijih besi dan arang kayu berukuran serbuk seperti terlihat pada gambar 1. Limbah bijih besi berasal dari *crushing plant* yang berlokasi di Kecamatan Tanjung Bintang, Lampung Selatan, Lampung. Serbuk arang kayu yang digunakan berasal dari sisa proses pengayakan pada industri pembuatan arang kayu yang terletak di Kecamatan Natar, Lampung Selatan, Lampung. Sebagai perekat (*binder*) digunakan bentonite. Kokas digunakan sebagai sumber reduktor dan energi selama proses berlangsung sedangkan batu kapur (CaCO<sub>3</sub>), *scrap* cor/baja, *castable*, bata api, semen api dan pasir cetak digunakan sebagai bahan pendukung penelitian.

Peralatan yang digunakan untuk proses percobaan adalah mesin pencuci bijih besi, *magnetic separator*, *pelletizer*, *mixer*, *hot blast cupola* (HBC), *blower*, *ladle* tuang, *thermocouple*, *hammer mill*, dan *vibrating screen*. Untuk proses analisa digunakan peralatan diantaranya; AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) Shimadzu AA 7000, *Shieve shaker* WS Tyler model RX-812-3 seri 19-1170, LSC – B Oxygen Bomb Calorimeter, dan oven Memmert D 06062 model 600.



(a)



(b)

Gambar 1. (a) Bijih besi halus limbah crushing plant, (b) Arang kayu halus sisa pengayakan

### b. Langkah-langkah penelitian

Langkah pertama adalah preparasi bahan baku limbah bijih besi, dan serbuk arang kayu. Dilakukan proses peningkatan kadar Fe pada limbah *crushing plant* dengan proses pencucian, dan *magnetic separator*. Proses pencucian dilakukan dengan menggunakan mesin pencuci pasir yang telah dimodifikasi. Prinsip kerjanya adalah pemisahan material pengotor akibat adanya gaya sentrifugal, gaya tekan air mengakibatkan bijih kotor mengalami proses pelarutan menjadi dua bagian yaitu bubur dan lumpur. Dilanjutkan dengan proses gravitasi dan dekantasi sehingga terjadi pemisahan antara kedua material. Material yang telah lepas dari pengotor selanjutnya dilewatkan pada magnetic separator untuk meningkatkan kadar Fe dalam material limbah bijih besi. Untuk proses preparasi limbah arang, dimulai dengan proses pencucian menggunakan *rotary screen washer*, dimana air bertekanan disemburkan ke limbah arang kayu untuk menghilangkan kotoran yang

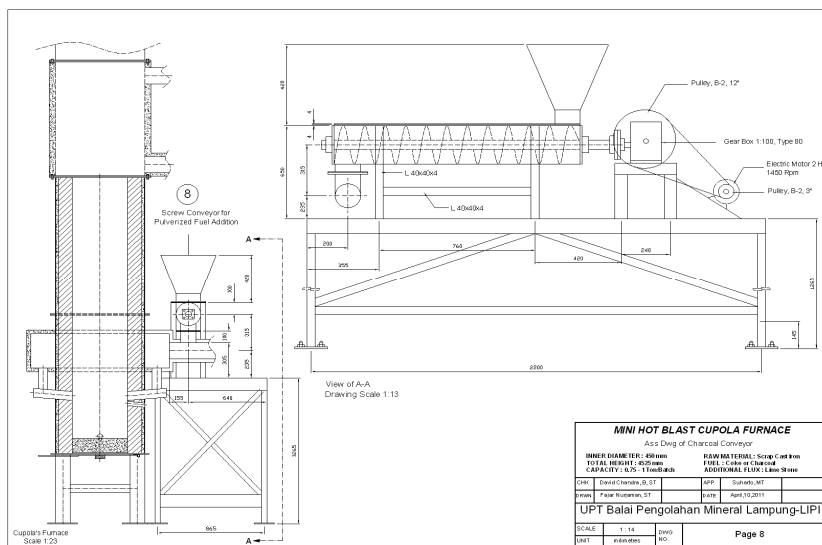
terdapat pada material. Dari proses ini didapatkan material arang kayu berukuran  $< 25$  mm yang telah bebas dari kotoran berupa tanah. Untuk dapat digunakan pada proses penelitian maka dilakukan proses penggerusan limbah arang kayu menggunakan *hammer mill* dan *disk mill* sehingga didapatkan serbuk arang kayu dengan ukuran  $-40+60$  mesh yang akan diinjeksikan ke dalam *hot blast cupola furnace*.

Langkah kedua adalah pembuatan pellet komposit. Untuk tahapan pembuatan pellet komposit telah dilakukan dengan ukuran partikel bahan baku  $-80 + 100$  mesh dan komposisinya sebagai berikut : Bijih besi 80%, Arang kayu 15%, Bentonite 5%. Pellet yang dihasilkan berukuran 2,5 – 4 mm. *Green pellet* (pellet yang baru dihasilkan) kemudian dibiarkan pada udara terbuka selama 3x24 jam, selanjutnya dilakukan pengeringan pada suhu 110-120 °C menggunakan oven.



Gambar 2. (a) Proses pencampuran pellet, (b) Proses pembuatan pellet, (c) Pellet komposit





(a)

(b)

Gambar 3. (a) Gambar teknik Hot Blast Cupola dengan sistem injeksi tambahan, (b) Hot Blast Cupola

Langkah ketiga adalah percobaan dengan cara mereduksi pellet komposit di dalam tungku *HBC*. Tahapan reduksi dimulai dari pemanasan awal tungku menggunakan kokas sebanyak 150 kg. Selanjutnya di masukan *scrap* cor sebanyak 150 kg, kokas 50 kg, dan kapur 15 kg.

Ketika kondisi dalam tungku telah stabil maka pemakaian *scrap* cor dikurangi sebesar 10,20,30,40 dan hingga mencapai 0 % dari berat umpan. Saat itu juga dilakukan injeksi serbuk limbah arang kayu ke dalam *HBC* dengan sistem *screw feeder*.

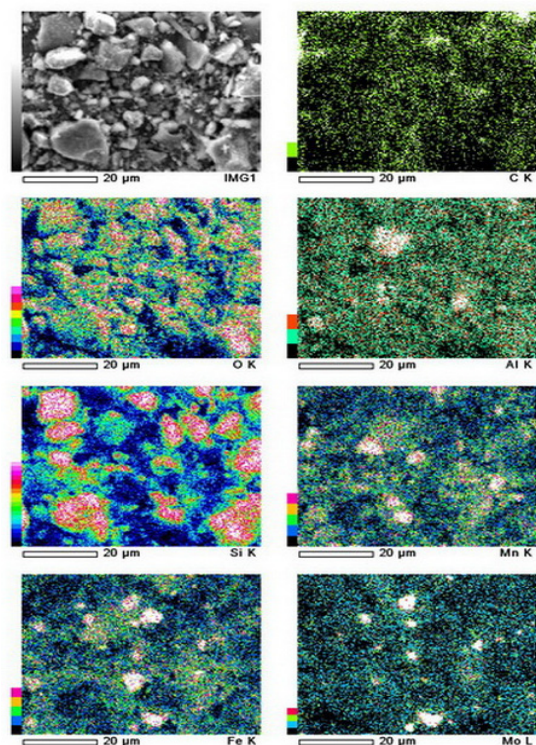
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa bahan baku limbah bijih besi, disajikan pada tabel 1, sementara hasil analisa serbuk arang kayu dan kokas disajikan pada tabel 2.

Tabel 1. Hasil Analisa Bijih Besi

Parameter	Hasil Analisa
SiO <sub>2</sub>	9,95
Fe total	54,99
CaO	2,85
MgO	0,85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,71
TiO <sub>2</sub>	0,93

Gambar 4 merupakan hasil foto SEM dari material bijih besi. Dari hasil analisa tersebut terlihat bahwa silika, kapur dan alumina merupakan pengotor yang dominan.



Gambar 4. Foto SEM material bijih besi

Kadar besi dalam bahan baku yang rendah (Fe total < 56%) perlu dilakukan proses peningkatan kadar terlebih dahulu (proses benefisiasi).

Tabel 2. Hasil Analisa Arang Kayu dan Kokas

Parameter	Nilai	
	Arang Kayu	Kokas
Moisture Total (%)	1,57	0,67
Volatile Matter (%)	18,9	2,88
Ash (%)	2,53	15,41
Fixed Carbon (%)	78,45	81,04
Kalori (cal/gr)	7.319	8.037

Proses preparasi bahan baku limbah bijih besi dengan proses pencucian yang dilanjutkan dengan *magnetic separator* menghasilkan produk seperti terlihat pada tabel 3. Produk akhir yang dihasilkan memiliki Fe total sebesar 60,57%, dengan nilai ini sudah memenuhi spesifikasi kadar Fe minimal yang digunakan pada proses reduksi bijih besi menggunakan tanur tiup (*blast furnace*). Untuk dapat digunakan sebagai material umpan pada *Hot Blast Cupola (HBC)* maka pellet biji besi dilakukan pre reduksi terlebih dahulu dengan menggunakan tungku horizontal pada suhu proses 1.200 °C, yang selanjutnya disebut pellet komposite.

Tabel 3. Hasil Analisa Bijih Besi (Proses Benefisiasi)

Parameter	Hasil Analisa Proses Pencucian (%)	Hasil Analisa Proses Magnetic Separator (%)
SiO <sub>2</sub>	5,74	3,4
Fe total	58,09	60,57
CaO	1,28	0,41
MgO	0,49	0,23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,02	1,00
TiO <sub>2</sub>	0,63	0,45

Percobaan reduksi pellet komposite didalam *HBC furnace* dilakukan secara bertahap, dilakukan pengurangan *scrap* dengan mulai memasukan pellet komposite mulai dari 10%, 20%, 30% dan seterusnya hingga mencapai 100% pellet dalam umpan. Dari hasil pengamatan selama proses berlangsung temperatur di dalam

*heart* mampu mencapai 1.520°C dan terus mengalami kenaikan hingga stabil pada temperatur 1.670°C. Total *scrap* besi yang digunakan sebanyak 420 kg. Sementara total pellet komposite yang digunakan sebanyak 1.000 kg. Secara teoritis 1.000 kg pellet komposite akan menghasilkan besi cair sebesar  $0,8 \times 1000 \times 0,6 = 480$  kg, sementara besi yang berasal dari umpan *scrap* sebesar  $0,96 \times 420 = 403,2$  kg. Sehingga total besi cair diperoleh 883,20 kg. Pada prakteknya didapatkan total berat besi sebesar 762,87 kg. Tingkat perolehannya sebesar 86,37 %, kondisi ini menunjukkan adanya ruang reduksi yang cukup tersedia di dalam *HBC*. Injeksi serbuk arang kedalam *HBC* menyebabkan jumlah karbon berlebih, pada pemanasan > 1.000°C karbon akan bereaksi menjadi CO yang berguna sebagai agen pereduksi bijih besi. Di dalam pellet, reduksi ini merupakan reaksi yang sekunder. Mekanisme reaksi yang utama merupakan reaksi reduksi langsung oksida besi oleh karbon. Suhu reaksi yang lebih tinggi > 1200°C juga dimungkinkan sehingga reaksi besi lebih cepat. Reduksi pellet bijih besi di dalam dapur kupola adalah ; reaksi utama  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \longrightarrow 2\text{FeO} + 3\text{CO}$  dan reaksi sekunder  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \longrightarrow 2\text{FeO} + 3\text{CO}_2$ . Dengan perkataan lain proses fisik difusi yang lambat dipercepat dengan proses mekanik yaitu penghalusan bijih dan reduktor serta pencampuran dan pembuatan pellet. Dengan cara ini maka bijih pellet – campuran dapat dilebur dalam kupola udara panas (Adil J, 2006).

Pada proses pengeluaran (*tapping*) hot metal pertama, kedua dan seterusnya, produk cairan besi yang dihasilkan cukup encer dan mampu mengalir secara kontinyu tanpa memerlukan penambahan oksigen pada saat pembukaan lubang *tapping* seperti terlihat pada gambar 5b. Proses *tapping* dilakukan pada temperatur *heart* 1.406°C dan temperatur hot blast 392°C. Pada akhir proses dilakukan pembukaan tutup bagian bawah *HBC furnace* dan didapatkan bed kokas dalam jumlah yang cukup banyak. Terdapat juga slag yang menggumpal bersamaan pellet komposite, seperti terlihat pada gambar 5. Kondisi ini menggambarkan jumlah persentase

perolehan besi cair yang hilang selama proses berlangsung. Dari pengamatan selama proses, temperature yang tinggi ternyata belum mampu mencairkan umpan berupa pellet komposite sebanyak 100% berat umpan.



(a)



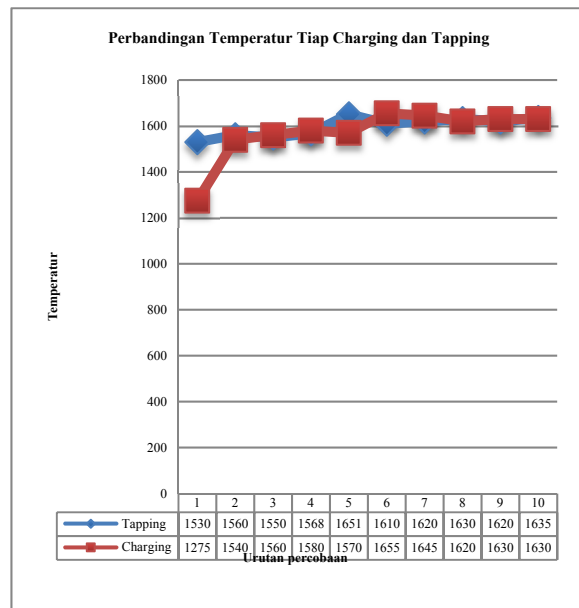
(b)



(c)

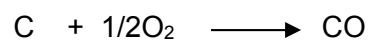
Gambar 5. (a) Penggumpalan slag dan pellet, (b) Proses Tapping hot metal, (c) Proses penuangan hot metal kedalam cetakan

Selama proses berlangsung tidak terjadi penurunan temperatur yang cukup signifikan di dalam HBC. Temperatur saat charging dan tapping relatif stabil, seperti terlihat pada gambar 6.

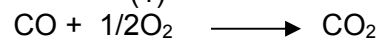


Gambar 6. Grafik perbandingan temperatur tiap charging bahan baku dan tapping

Kondisi ini disebabkan adanya injeksi serbuk arang kayu ke dalam HBC secara kontinyu pada temperatur yang tinggi ( $T > 1200^{\circ}\text{C}$ ). Temperatur pembakaran bahan bakar padat yang tinggi akan menaikkan laju reaksi dan menyebabkan waktu pembakaran yang lebih singkat. Arang karbon akan bereaksi dengan oksigen pada permukaan partikel membentuk karbon monoksida ( $\text{CO}$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), tetapi secara umum  $\text{CO}$  merupakan produk utama, selain itu permukaan arang karbon juga bereaksi dengan gas karbon dioksida dan uap air. Proses tersebut dinyatakan dalam reaksi-reaksi berikut (Suyitno, 2005) :



(1)



(2)



(3)

Berlebihnya unsur karbon yang terdapat di dalam HBC menyebabkan terjadinya proses pembakaran baik pada temperatur rendah maupun tinggi. Pada temperatur yang lebih rendah oksigen akan menyelimuti permukaan karbon, sehingga terjadi proses absorpsi antara karbon dengan oksigen. Produk utama dari reaksi permukaan ini adalah  $\text{CO}_2$  yang terjadi pada temperatur dibawah  $527^{\circ}\text{C}$ , ketika



temperatur terus mengalami kenaikan maka gas CO akan terbentuk yang digunakan sebagai agen pereduksi pellet bijih besi. Reaksi (1) dapat terjadi secara baik jika temperatur permukaan dari karbon sekitar 520-3.700°C (Williams,1985).

Produk *pig iron* yang dihasilkan berjenis kelabu yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan besi baja dan baja paduan. Ini terlihat dari unsur pembentuk paduan utama seperti C dan Si yang berkisar antara 2,1 – 4 wt% dan 1 – 3 wt%. Banyaknya kandungan dari unsur pembentuk paduan utama mempengaruhi warna dari pig iron saat dipatahkan. Terlihat dalam tabel 4, unsur kimia C dan Si pig iron yg dihasilkan memenuhi standar pig iron kelabu.



(a)



(b)

Gambar 7. (a) Pig Iron hasil peleburan pellet komposit, (b) Slag hasil peleburan pellet komposit

Sementara *slag* yang dihasilkan berwarna hitam, analisa komposisi dilakukan untuk mengetahui unsur yang terkandung didalamnya yang diperlihatkan pada tabel 5. Nilai Basisitas (B) dalam proses peleburan menjadi logam ditentukan oleh volume berat dari beberapa senyawa oksida non logam yang terkandung dalam

slag. Menurut Supriyatna et al. (2014), nilai basisitas ditentukan oleh persamaan (4).

$$\text{Basisitas (B)} = (\text{CaO} + \text{MgO}) / \text{SiO}_2, (4)$$

Tabel 4. Hasil analisa komposisi pig iron

Unsur Kimia	Hasil (% Wt)
Fe	93,62%
C	3,50%
Si	1,55%
Mn	0,87%
P	0,05%
S	0,087%

Tabel 5. Hasil analisa unsur kimia slag

Unsur Kimia	Hasil (% Wt)
SiO <sub>2</sub>	43,00%
CaO	28,25%
FeO	0,51%
MgO	3,16%

Untuk peleburan bijih besi nilai optimum basisitas (B) sebesar 0,8-1,6 dimana slag akan mempunyai mampu alir yang baik (encer) dan perolehan Fe dalam logam dapat optimal. Dari tabel 5 didapatkan nilai basisitas (B) sebesar 0,77, dengan nilai sebesar itu slag yang dihasilkan masih mampu mengalir secara baik (encer).

## KESIMPULAN

Limbah crushing plant yang berupa bijih besi serbuk dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan besi wantah. Dengan kadar besi yang rendah yaitu < 56%, maka proses peningkatan kadar perlu dilakukan yaitu dengan proses pencucian dan proses magnetisasi. Proses peletisasi perlu dilakukan mengingat ukuran partikel bahan baku adalah -80 + 100 mesh dengan komposisi bijih besi 80%, arang kayu 15% dan bentonite 5%. Dengan menggunakan Hot blast Cupola yang diintegrasikan dengan injeksi arang dihasilkan produk pig iron dengan komposisi 93,62%Fe; 3,5%C; 1,55%Si; 0,87%Mn; 0,05%P; 0,087%S. Produk pig iron ini berjenis kelabu yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan besi baja.

## DAFTAR PUSTAKA

- <http://industri.bisnis.com/read/20141210/257/381505/industri-pengecoran-logam-2015-pertumbuhan-stagnan>  
accessed at August 3, 2015,15:10.
- Jamali Adil, Amin M. 2006. *Pengolahan Pellet Bijih Besi Halus Menjadi Hot Metal di dalam Kupola*. Jurnal Kimia Indonesia. Vol.1(2). h.87-92.
- Luis C.J, Alvarez L, Ulgade M. J, Puertas I. 2001. *A Technical Note Cupola Efficiency Improvement by Increasing Blast Temperature*. Journal of Materials Processing Technology. 120. p.281-289.
- M.M Navarro, E.A. Nabua Jr, P.S Braganza Jr, C.A Monsada, N.C Lontok, and E.D Fruto. 1988. *A Study on The Use of Charcoal As Fuel in Cupola Furnace*. Transactions National Academy of Science. p.131-146.
- Suyitno, Istanto I. 2005. *Simulasi CFD Pembakaran Non-Premixed Serbuk Biomass Kayu Jati*. Jurnal Teknik Mesin. Universitas Kristen Petra Vol.7 No.2. p.85-92
- Suharto, Supriyatna, Y. I, Amin M, Soesaptri dan Lutfi M. 2014. *Pengaruh Temperatur dan Jenis Reduktor pada Pembuatan Sponge Iron Menggunakan Teknologi Direct Reduced Iron dalam Rotary Kiln*. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara. p.15 – 21.
- Williams F.A.1985. *Combustion Theory*. Addison-Wesley Publishing Company, Canada.
- Zulhan Z. 2012. *Aspek Teknologi dan Ekonomi Pembangunan Pabrik Pengolahan Bijih Besi menjadi Produk Baja di Indonesia*. Seminar Material dan Metalurgi. Serpong.